

FACULTÉ DE MÉDECINE DE PARIS

ANNÉE 1939

THÈSE

N°

POUR LE

DOCTORAT EN MÉDECINE

(Diplôme d'Etat)

PAR

BLANCHET Henri-Louis

Né le 29 Juillet 1912

à Moncontour-de-Bretagne (Côtes-du-Nord)

Interne à l'Hôpital de Versailles.

LE CONTROLE DU PAIN par la Farinographie

Travail du Laboratoire de Physiologie appliquée
à l'Hygiène coloniale.

Président de Thèse : M. TANON, Professeur.

DOULLENS

IMPRIMERIE CHARLES DESSAINT

42, Rue des Sœurs-Grises

1939



Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA40153317_0036

FACULTÉ DE MÉDECINE DE PARIS

ANNÉE 1939

THÈSE

N°

POUR LE

DOCTORAT EN MÉDECINE

(Diplôme d'Etat)

PAR

BLANCHET Henri-Louis

Né le 29 Juillet 1912

à Moncontour-de-Bretagne (Côtes-du-Nord)

Interne à l'Hôpital de Versailles.

LE CONTROLE DU PAIN par la Farinographie

Travail du Laboratoire de Physiologie appliquée
à l'Hygiène coloniale.

Président de Thèse : M. TANON, Professeur.

DOULLENS

IMPRIMERIE CHARLES DESSAINT

42, Rue des Sœurs-Grises

1939

A MONSIEUR LE PROFESSEUR TANON,

de l'Académie de Médecine,

qui nous a fait le grand honneur de présider cette thèse.

A NOTRE MAITRE LE DOCTEUR P. LASSABLIÈRE

qui a inspiré et dirigé notre travail,

*Hommage de notre profonde gratitude pour son
enseignement, pour ses conseils bienveillants.*

A LA MÉMOIRE DE MON PÈRE.

A MA MÈRE.

A MA FIANCÉE.

A MES FRÈRES.

A TOUS LES MIENS.

A MES AMIS.

A MES MAITRES DANS LES HOPITAUX DE RENNES :

MONSIEUR LE PROFESSEUR MARQUIS
MONSIEUR LE PROFESSEUR LE DAMANY
MONSIEUR LE PROFESSEUR LAMACHE

A MES MAITRES DE L'HOPITAL DE VERSAILLES :

MESSIEURS LES DOCTEURS MAUGER, FRANÇOIS,
BESNARD, REMILLY.

A MES BONS CAMARADES D'INTERNAT.

LE CONTROLE DU PAIN PAR LA FARINOGRAPHIE

*Travail du Laboratoire de Physiologie appliquée
à l'Hygiène coloniale*

INTRODUCTION

Dans son travail sur « la mauvaise qualité du pain actuel, ses causes et ses remèdes » (1), notre Maître, le D^r LASSABLIÈRE, parmi les remèdes qu'il préconise pour rendre au pain ses qualités d'autrefois, propose pour la première fois, croyons-nous, le contrôle du pain et de la panification. D'après lui, puisqu'il existe dès maintenant des blés d'une qualité de gluten suffisante, puisque grâce à nos sélectionneurs, ces blés deviendront de plus en plus abondants sur le marché français, on peut exiger des farines d'une force boulangère suffisante pour assurer une bonne panification.

Ce contrôle du pain qu'il réclame et qui d'après lui est aussi nécessaire que le contrôle qui existe pour le lait, la viande et les œufs, ce contrôle peut être assuré grâce aux méthodes modernes d'une science nouvelle : la farinographie. En effet, il existe dès maintenant des appareils d'une grande précision capables de déterminer les qualités des farines : farinographe, fermentographe, amylographe, extensographe, etc... Les méthodes mises en œuvre, que nous étudierons spécialement ici dans notre travail sont celles de PELSSENKE, de CHOPIN et de BRABANDER. Nous nous proposons de démontrer leur importance et leur intérêt à l'occasion de la fermentation panaire.

(1) Académie de Médecine : Séance du 20 Juin 1939.

HISTORIQUE

L'art de faire du pain remonte à la plus haute antiquité, mais la culture du blé est une des premières manifestations de la civilisation, car pour savoir transformer le blé en pain il fallait que les hommes fussent arrivés à un degré de perfectionnement intellectuel satisfaisant. On a remarqué d'ailleurs que l'art de la panification ne s'est pas transmis d'un peuple à l'autre. Chaque peuple y est arrivé à des époques différentes mais en passant à peu près par les mêmes phases de perfectionnement.

On a remarqué également que la panification avait cessé d'être pratiquée chez certains peuples sous l'influence d'une cause accidentelle tant à ce moment-là l'état intellectuel avait baissé.

L'art de la panification a subi en somme un certain nombre de phases de développement. Tout d'abord le blé a été consommé cru puis on a pensé à le broyer avec des pilons de pierre dans des tonneaux de bois, et la farine que l'on obtenait ainsi était transformée en bouillie avec un peu d'eau.

Peu à peu on fabriqua une bouillie de plus en plus épaisse et on finit par faire une véritable pâte qui, réduite en minces gâteaux et cuite, pouvait être transportée et servait de provisions.

Ce n'était pas encore du pain car ces gâteaux n'étaient pas fermentés, ce n'est que plus tard qu'on sut tirer partie de la fermentation pour alléger la pâte et obtenir un pain plus sapide et de meilleure conservation.

Ce sont les Chinois qui semblent avoir réalisé les premiers ce progrès. Les Hébreux, à l'époque de Moïse, employaient le levain comme la bible nous l'indique et lorsqu'ils furent poursuivis par les Egyptiens, ils furent obligés de se nourrir de pain azyne cuit sous la cendre puisqu'ils n'avaient pas eu le temps

d'introduire le levain dans leur pâte au moment du départ (exod. d'où chiffre XII-34-35). Les Grecs et les Romains faisaient aussi usage de levain obtenu en pétrissant du son ou du moût de raisin en pleine fermentation, cette pâte séchée au soleil pouvait se conserver toute l'année. Pour faire du pain on hydratait un morceau de ce levain en le détrempeant dans de l'eau. On y incorporait de la farine et on pétrissait le tout. PLINÉ raconte que le levain, tout au moins de son temps, se conservait seulement d'un jour à l'autre comme cela s'est pratiqué pendant très longtemps et comme cela se pratiquait encore chez nous avant l'emploi des levures.

Dans les fouilles de Pompéi, on a trouvé des fours de boulangers garnis de pain ; ces fours étaient construits comme les fours qui nous ont servi pendant si longtemps, chauffés au bois.

Si l'art de faire le pain remonte très loin dans les temps, les perfectionnements qui ont pu être apportés grâce aux applications de la science sont fort récents.

Pendant longtemps, on s'est contenté de fabriquer du pain sans se demander comment la farine pouvait se transformer en un aliment aussi parfait.

Les opérations par lesquelles on transformait la farine se ramenaient à trois principales :

1° la préparation de la pâte avec le pétrissage

2° l'apprêt

3° la cuisson.

Dans le pétrin se trouvait une petite quantité de pâte provenant d'une opération antérieure, qu'on appelait « levain » ; à ce levain on ajoutait de l'eau tiède que l'on délayait avec les mains ; dans la masse liquide on incorporait peu à peu en la mélangeant le mieux possible toute la farine de la fournée. La pâte ainsi obtenue était agitée jusqu'à ce qu'elle soit devenue homogène et élastique ; on en prenait alors une partie que l'on portait dans une corbeille, et qui devait servir de levain dans une autre fournée ultérieure. Puis en y introduisant de l'eau salée, le boulanger s'efforçait de le faire pénétrer et de le mélanger dans toute la masse par un pétrissage convenable.

La pâte ainsi formée était abandonnée au repos pendant quelque temps dans le pétrin ou dans une corbeille en osier, elle se modifiait et cette modification avait reçu le nom « d'apprêt ». Quand cet apprêt était à point, on divisait la pâte en parties pesées dont chacune devait former un pain ; ces parties étaient alors mises pour quelque temps dans des toiles ou dans des corbeilles afin de leur donner un nouvel apprêt. Enfin elle était mise dans un four qui avait été préalablement porté par un chauffage au bois aux environs de 250 à 300°. Après le temps de cuisson convenable on pouvait retirer du four un pain complètement terminé.

Le levain qui avait été prélevé pendant le pétrissage devait servir à recommencer une nouvelle série d'opérations après avoir été plusieurs fois rafraîchi, c'est-à-dire pétri avec de l'eau et de la farine et abandonné à lui-même pendant un certain temps convenable.

Pendant des siècles ces opérations se poursuivirent sans qu'on cherchât une explication scientifique des phénomènes. Ce sont les travaux de Pasteur sur la fermentation qui ont permis de formuler des principes nouveaux pour expliquer la transformation de la farine en pain. Avant lui, beaucoup d'hypothèses, plus ou moins fantaisistes avaient pris naissance ; c'est ainsi qu'en 1760 MALOUIN considérait la levée du pain comme le résultat d'une fermentation spiritueuse ; une série d'explications furent fournies par THÉNARD, DUMAS, MÈGE, MOURIES, DUBRUNFAUT, MUSCULUS, GRUBER, BROWN, HÉRON, mais ce fut toujours le problème chimique qui préoccupa tous ces chercheurs. Seule l'étude microbiologique devait apporter une solution au problème.

En 1872, ANGEL fit connaître une espèce de levure qu'il avait trouvée dans le levain des boulangers et qu'il appelait *saccharomyces-minor* et qu'il considérait comme le ferment du pain.

M. PETERS fit une étude approfondie de la flore du levain et isola deux autres espèces de *saccharomyces*. BOUTROUX isola deux espèces de levure, bref la flore de la fermentation s'enrichit peu à peu.

LES AGENTS DE LA FERMENTATION PANAIRE

Des travaux précédents on avait retenu seulement que l'amidon subissait une saccharification et était transformé, en partie tout au moins, non pas en glucose mais en maltose.

L'utilisation des méthodes de bactériologie à la solution du problème devait se montrer particulièrement féconde. Sans doute les recherches sous le microscope des organismes vivants dans la pâte levée présentaient des difficultés ; cependant grâce à la coloration par les couleurs d'aniline, DUNNEMBERGER put différencier les microorganismes ainsi colorés d'avec les grains d'amidon non colorés. ANGEL découvrit à son tour dans les levains une levure différente de la levure de bière qu'il appela *saccharomyces-minor*. PETERS isola une autre espèce de *saccharomyces mycoderma* et une autre levure inconstante introduite au levain qu'il appela *saccharomyces sereviæ*. C'est à BOUTROUX qu'on doit les travaux les plus décisifs sur l'isolement des levures dans les levains. Sa méthode permit de découvrir dans les levains employés pour la fabrication du pain de seigle, 4 *saccharomyces* dont 2 étaient des levures véritables. Dans un levain employé à la fabrication du pain dans la manutention de Besançon, il isola 3 espèces de levure dont 2 analogues aux précédentes et une appartenant aux *saccharomyces*, qui forme voile au-dessus des cultures. Ces recherches lui permirent d'affirmer que la levure est un aliment normal des levains employés dans la fabrication du pain. D'autres auteurs, CHICANDORT, LAURENT, PETERS, POPOFF, VIGNAL, WOLFFIN, HENNEBERGER, HOLLIGER, trouvèrent d'autres microorganismes. BOUTROUX s'est préoccupé de déterminer quels étaient les organismes capables de se reproduire et de subsister après plusieurs passages de pâte en pâte, ses conclusions furent les suivantes :

1° La levure alcoolique est toujours présente dans le levain du pain.

2° Elle s'y cultive de pâte en pâte en s'y multipliant assez pour qu'on puisse prendre pour semence primitive une trace

impondérable de levure, et, après culture de pâte en pâte, retrouver cette levure en tout point d'une masse quelconque de pâte ensemencée.

3° Les autres microorganismes, trouvés dans la pâte, et auxquels on pourrait attribuer hypothétiquement le pouvoir de la faire lever, cultivés de pâte en pâte, cessent de faire lever la pâte dès le second ou le troisième passage.

4° L'acide tartrique, employé à dose tolérable pour la levure mais suffisante pour rendre impossible le gonflement de la pâte sous l'influence des microbes que contient naturellement la farine, n'empêche pas de lever la pâte additionnée de levure, ni la pâte additionnée de levain, soit que celui-ci ait été préparé avec de la pâte neutre, soit qu'il ait été préalablement cultivé de pâte acide en pâte acide.

Le simple mélange d'eau et de farine contient les microorganismes qui peuvent faire lever la pâte, mais dans un milieu acide, la pâte ne peut se gonfler que si l'acidité ne dépasse pas une certaine limite. Au contraire, le mélange d'eau, de farine et de levure aboutit au gonflement de la pâte.

Dans une pâte acide ensemencée avec de la levure, c'est cette levure et non aucun des microorganismes de la farine qui produit la fermentation. Quand la pâte n'est pas acide le pouvoir de la levure n'en est pas diminué, seulement d'autres microorganismes se développent en même temps qu'elle; mais ces microorganismes sont incapables de fournir un levain cultivable de pâte en pâte ce que peut faire la levure comme le dit très bien AMMANN. En résumé, la levure est l'agent essentiel de la fermentation panaire.

Matière subissant la fermentation.

Les matières subissant la fermentation dans la farine sont, les hydrates de carbone préalablement contenus dans cette farine et tout le sucre formé par la saccharification de l'amidon pendant la fermentation même.

On s'est demandé si la fermentation panaire était bien une fermentation alcoolique effectuée sur la levure par le sucre de la farine; dans ce cas on devait retrouver dans la masse de la pâte

fermentée les produits issus de cette fermentation alcoolique, c'est-à-dire l'alcool et l'acide carbonique dans une proportion à peu près égale, comme cela se produit dans la fermentation alcoolique normale, ou d'après PASTEUR le rapport exact de pâte

48,89

d'acide carbonique et d'alcool est de $\frac{48,89}{51,11}$

On s'est demandé aussi si les autres éléments de la farine, gluten, amidon, ne subissent pas des modifications au cours de la fermentation. C'est encore BOUTROUX qui a apporté sur cette question les premières expériences décisives. Lorsqu'on prépare aseptiquement une pâte au moyen de farine et d'eau salée stérilisée et qu'onensemence cette pâte avec une levure pure, on voit que lorsqu'elle fermente elle contient un gluten qui ne se distingue en rien du gluten que l'on peut extraire directement de la farine ayant servi à la préparation de la pâte. On peut constater seulement une légère diminution dans la pâte du gluten. Toutefois il n'en va pas toujours ainsi dans la pratique, lorsqu'on faisait la même expérience en employant une levure préalablement cultivée plusieurs fois sous forme de levains, le gluten cesse de s'agglutiner ; quand on malaxe la pâte fermentée sous un filet d'eau, il ne reste plus rien entre les doigts de l'opérateur.

Si on refait la même expérience sur des pâtes de boulangerie prêtes à mettre au four on constate le même résultat négatif ou du moins, suivant les cas, on obtient des doses de gluten variables, différentes des doses contenues dans la farine initiale. On peut expliquer ce fait par un développement anormal des bactéries qui peuvent exister dans la pâte et qui en milieu acide attaquent le gluten et lui font perdre sa cohérence ; c'est ainsi qu'un gluten qui a subi cette action devient beaucoup moins apte à soutenir la pâte et à jouer le rôle mécanique qui lui est dévolu au cours de la fermentation.

On a constaté aussi dans la pâte levée la présence de composés azotés solubles sous forme de peptones qui proviendraient de l'attaque du gluten. Ces peptones ne se trouvent qu'anormalement et sont le fait de fermentations parasites qui se développent dans des levains contaminés et qui évoluent ensuite en

même temps que la fermentation elle-même mais en restant étrangères à cette fermentation.

En ce qui concerne l'amidon, BOUTROUX a analysé deux quantités égales de farine dont l'une avait, au préalable, subi la fermentation panaire, les quantités trouvées sont les suivantes :

Avant la fermentation	72,01
Après la fermentation	70,65
Perte	1,36

Cette perte est à peine supérieure à l'erreur expérimentale probable et par la suite on peut conclure que dans la fermentation panaire l'amidon n'est pas sensiblement attaqué.

D'autre part, LINDET a constaté que pendant la fermentation il y avait toujours formation de sucre. En abandonnant pendant vingt-quatre heures à 22° et à 26° deux pâtons de farine non additionnés de levure, il a décelé la formation d'une quantité de sucre qui présentait, dans le premier cas, 0,72 et dans le second cas, 1,95 % de la farine employée.

Parmi les autres produits qui peuvent apparaître au cours de la fermentation en plus ou moins grandes proportions, on peut citer encore les acides acétique, butyrique, lactique, etc...

Pour conclure, on peut admettre que la fermentation panaire est une fermentation alcoolique qui se fait aux dépens du sucre préalablement contenu dans la farine auquel s'ajoute un peu de sucre formé par la saccharification d'une faible quantité d'hydrates de carbone. La plupart des microorganismes qu'on peut trouver en dehors de la levure sont inutiles et, dans une certaine mesure, nuisibles. La fermentation est due en réalité aux levures et cette levure doit être assez vigoureuse pour que la fermentation alcoolique l'emporte sur toutes les autres fermentations microbiennes et les paralyse en quelque sorte.

Nous comprenons pourquoi la fermentation panaire a été considérablement améliorée le jour où on a remplacé le levain par la levure purifiée.

Le levain. — Levures employées autrefois en boulangerie.

Les levures qui servaient autrefois étaient contenues dans la proportion de pâte qui était retirée d'une fournée antérieure

qu'on mélangeait à une fournée suivante, proportion de pâte qu'on appelait « levain ».

Le Professeur MARCHOUX, dans un travail à l'Académie, a montré les inconvénients de ce procédé. En effet, à une quantité déterminée de farine, on ajoutait à peu près la moitié du poids d'un levain préparé environ 10 heures auparavant. Après pétrissage, la pâte était partagée et disposée en panetons dans lesquels on la laissait fermenter deux heures et souvent plus, suivant la température. Quand la pâte était levée, qu'elle avait acquis cette élasticité particulière qui efface par rétraction la trace des doigts qui la compriment légèrement, elle était bonne à mettre au four. Si les levains avaient été gardés plus de dix heures par temps chauds, ils donnaient au pain un goût franchement acide. Cette acidité se reproduisait encore si la fermentation était trop prolongée ; la pâte perdait son élasticité et retombait en donnant un pain compact et gluant. C'est parce que ce levain contenait des levures, mais aussi des microorganismes variés que par une fermentation prolongée se développaient d'autres fermentations comme la fermentation alcoolique, d'où la malfaçon du pain. Longtemps les boulangers se sont servis uniquement de levain.

Sans doute les levures employées pour rajeunir ces levains étaient d'abord peu souillées sinon absolument pures. Elles provenaient de brasseries et étaient de types divers. Certaines levures meurent par chauffage à 55°, d'autres, au contraire, résistent et se trouvent bien de températures élevées. Mais peu à peu les levains employés par les boulangers se chargeaient de microorganismes étrangers apportés par l'atmosphère, le pétrin, les mains ; or, ces microorganismes étaient susceptibles d'altérer la qualité des levures. La plupart d'entre eux étaient des ferments lactiques mais quelquefois aussi des ferments anaérobies, qui donnent au pain un goût particulièrement mauvais.

STEWART, A. KASER, cités par MARCHOUX, ont trouvé du bacille de Welch dans le pain fabriqué avec du levain et MARCHOUX a rapporté la phrase humoristique de GOUDUCHEAU à ce sujet : « Ce n'est vraiment pas la peine de poursuivre les boissons alcooliques, produits fermentés par la levure, d'interdire le vin, la bière, le cidre, pour en arriver à manger du pain préparé au moyen du bacille de la grangrène gazeuse. ».

Levures pures employées aujourd'hui.

Les levures employées actuellement à la place du levain sont des levures spéciales pures sélectionnées, que l'industrie produit en grandes quantités et qui permettent d'obtenir une pâte de régularité constante. MARCHOUX, dans sa communication, nous en a montré tous les avantages indiscutables. Il a rappelé que la boulangerie de l'Assistance Publique procédait en ajoutant à 272 kilos de farine, 160 litres d'eau à 28°, 2 kilos 500 de levure pressée pour une température ambiante de 20° et 18 grs de sel marin par kilo de farine. Après pétrissage de 20 minutes environ la pâte est répartie dans des cuves qu'on remplit à moitié. En trois heures la pâte double de volume et acquiert cette élasticité qui indique la fin de la première fermentation.

On la répartit alors en pâtons qui circulent pendant quarante minutes dans une chambre où se produit la deuxième fermentation avant la mise au four.

Préparation des levures.

Les levures utilisées en boulangerie sont les mêmes que celles qui servent à la fermentation alcoolique. Leurs emplois se sont répandus depuis quelques années et il existe maintenant une véritable industrie pour les fournir. Les boulangeries pour les préparer ont fait multiplier les *saccharomyces* dans des jus sucrés provenant soit de mélasses de sucreries, soit de saccharification de grains divers. Dans les usines de levure, les préparations se font aseptiquement. Les récipients sont stérilisés, l'air qui barbote dans les mouls est au préalable purifié et filtré, l'acide du milieu fait le reste. Néanmoins, la préparation des semences, la composition des jus, la conduite des cuves exigent des soins constants et de multiples précautions.

La plupart des levures se valent, comme le dit MARCHOUX, aussi bien les levures de grains que les levures de mélasses ; toutes sont formées par les mêmes *saccharomyces* nourries de la même façon. Les levures pures pressées en pains de poids déterminé, telles que les fournissent actuellement les bonnes usines, représentent des agents de fermentation panaire qui assurent dans le travail de la boulangerie une sécurité que l'emploi des levains ne pouvait pas donner.

Mode d'action des levures purifiées.

Grâce à la pureté des levures employées, la fermentation paninaire se produit dans des conditions d'asepsie suffisamment parfaites pour que le processus biologique apparaisse avec une netteté indiscutable.

La farine renferme 1 à 2 % de glucides solubles qui se composent en majeure partie d'un produit blanc hygroscopique à peine sucré, la lévuline, et de saccharose avec un peu de glucose, tous produits qui fermentent facilement en milieu dilué en donnant de l'alcool et de l'acide carbonique ; tels sont en définitive les résultats de la fermentation paninaire.

Ces résultats, qui nous paraissent si simples maintenant, alors que, comme nous l'avons vu, tant d'auteurs se sont évertués à en chercher la solution, sont dus aux progrès qu'ont pu faire réaliser les voies ouvertes par les travaux de PASTEUR en bactériologie. La première phase dont nous venons de parler constitue la première levée.

Pendant le frasage, c'est-à-dire le travail du pâton, l'ouvrier expulse en grande partie le gaz carbonique formé ; c'est alors qu'interviennent les diastases dont l'action se produit à *ph* optimum de 4,5 à 5. L'analyse a transformé une partie de l'amidon évaluée à 2 % environ en maltose et dextrine. Le maltose qui fermente aussi vite que le glucose quand il est concentré exige plus de temps quand on le dilue ; comme le dit MARCHOUX à qui nous empruntons ce détail, « cette qualité a son importance ». Les sucres aisément fermentiscibles disparaissent presque complètement au cours de la première levée de la pâte, non pas qu'ils aient totalement fermenté car la levure en a utilisé une fraction pour la construction de nouvelles cellules.

Il faut donc qu'après le frasage il existe encore suffisamment de sucre dans la pâte pour qu'il y ait dégagement d'acide carbonique suffisant pour la faire lever pendant la deuxième fermentation et la cuisson.

A ce moment, c'est le maltose qui est attaqué et c'est lui qui joue le rôle capital dans le développement définitif de la fermentation paninaire.

ROLE DU GLUTEN

La fermentation panaire doit donc aboutir à la formation d'acide carbonique, mais faut-il encore que cet acide carbonique ne s'échappe pas en dehors et qu'il soit retenu par la pâte.

Sans doute l'eau d'hydratation peut en retenir, mais c'est surtout la charpente de gluten qui l'enferme dans le réseau de ses mailles, qui le fixe en l'absorbant en partie et qui le maintient dans la pâte pour la faire lever.

Il y a donc une nécessité absolue pour obtenir une bonne fermentation panaire à utiliser une farine contenant un bon gluten. L'élasticité et la qualité plastique du gluten jouent un rôle primordial ; ce sont les qualités d'extensibilité et d'élasticité du gluten qui permettent d'assurer une bonne fermentation panaire. Ces propriétés physiques passent par un optimum qu'il faut saisir ; une maturation trop grande peut compromettre son résultat, le pain se développe mal, s'aplatit parce que les protéases de la levure entraînent une modification progressive des qualités plastiques du gluten.

Le gluten joue donc dans la fermentation panaire un rôle aussi considérable que la levure ; une farine qui n'en contient pas suffisamment ou qui contient un gluten de mauvaise qualité n'est pas panifiable.

Les exigences actuelles de la fermentation.

En raison des lois sociales, la fermentation panaire doit être très rapide, le boulanger ne dispose pas du temps nécessaire pour préparer sa farine et mettre au four ; la fournée qui durait de trois à quatre heures, quelquefois plus, doit être prête maintenant en deux heures, deux heures trois-quarts au maximum ; il est donc nécessaire que la transformation de l'amidon en glucose se fasse vite, les réactions diastasiques doivent être rapides et le dégagement d'acide carbonique doit se manifester dans le moins de temps. Or, nous savons que pour que ce dégagement ne soit pas perdu, il est nécessaire que la partie protéique du grain, c'est-à-dire le gluten, soit d'une composition telle que sa résistance à la poussée du gaz carbonique soit suffisante. Il s'agit donc d'employer des blés qui permettent d'obtenir une

farine dont la qualité en gluten soit suffisante pour équilibrer la poussée du gaz carbonique et pour assurer en définitive une bonne panification. Ces blés existent.

Pendant longtemps, jusqu'en 1925, les sélectionneurs avaient cherché surtout à déterminer des blés à gros rendements. Pour cela il fallait obtenir des variétés très résistantes aux maladies cryptogamiques, au froid et à l'échauffage. Les qualités intrinsèques des principaux éléments du blé étaient laissées de côté parce qu'on pensait pouvoir importer des blés exotiques pour pouvoir compenser la carence qualitative de nos blés français.

Toutefois certains sélectionneurs ont compris qu'il fallait s'orienter vers des croisements de blés susceptibles d'améliorer la qualité tout en donnant un fort rendement. A partir de 1922 diverses méthodes furent créées pour déceler les meilleurs blés et pour déterminer chacun des éléments contenus dans ces blés : gluten, amidon, diastases, etc... ; des croisements judicieux permirent ensuite de créer des variétés très améliorées et nous allons voir maintenant que grâce à ces blés la fermentation panitaire peut se produire dans des conditions parfaites, car il existe maintenant une véritable farinographie, et c'est la question que nous allons aborder.

MOYENS TECHNIQUES POUR LA DETERMINATION DE LA QUALITE DES BLES ET DES FARINES

Le Comité National de Propagande s'est préoccupé, dès sa création, de l'amélioration de la qualité des blés produits sur notre territoire (force boulangère).

Monsieur BŒUF, Professeur de Génétique à l'Institut agronomique, a remis, dès Novembre 1937, à l'Office National du Blé, un rapport sur ce sujet.

Le Comité, se basant sur ce rapport, a établi une circulaire qui a été adressée à la majorité des groupements agricoles et des agriculteurs les plus avertis de chaque département. Les réponses sont en cours et une Commission spéciale doit se réunir pour dépouiller toutes ces réponses et établir, d'après elles, une liste des variétés de blés régionales, dont la culture sera conseillée aux producteurs de blé de chaque région considérée. Les groupements agricoles en seront avertis et deviendront les conseillers de leurs adhérents.

Voici un premier point important qui, jusqu'aujourd'hui, au point de vue finances, n'a exigé que peu de frais.

Cependant, les blés devront être rentrés par les groupements agricoles et il sera nécessaire que ces groupements puissent reconnaître la force boulangère des blés qui leur rentreront. Nous estimons que l'amélioration de la force boulangère de nos blés français est à la base de l'amélioration de la qualité des farines, et conséquemment, des possibilités d'améliorer le pain.

Pour cela, il sera nécessaire que les organismes stockeurs de blés puissent homogénéiser leurs livraisons. Pour ce, ils devront employer les moyens suivants :

La science, jusqu'aujourd'hui, a permis de mettre au point certaine méthode qui sans être d'un mathématisme absolu au point de vue résultats, donne cependant des indications extrêmement précieuses pour classer les blés en trois grandes catégories qualitatives : mauvais, bons, très bons.

METHODE DE PELSSENKE

Cette méthode est la méthode de PELSSENKE. Elle a fait ses preuves depuis plusieurs années déjà dans certaines régions françaises, mais c'est particulièrement en *Tunisie* où elle est employée déjà depuis cinq ans qu'elle a permis de classer, dès leur réception, les blés dans les silos en catégories très distinctes au point de vue qualité.

Cette méthode, très simple, est peu coûteuse, très rapide en même temps et difficilement applicable aux blés de force. Cependant, si elle a pu classer les blés tunisiens — blés forts —, à grand peine pourra-t-elle classer les blés indigènes dont la force moyenne est beaucoup moins importante.

Les organismes stockeurs, ayant ainsi classé leurs blés, pourront, au moment de les livrer, en faire déterminer la force boulangère exacte par la méthode extensimétrique. Celle-ci a fait l'objet, en 1938, d'une codification par la Commission scientifique qui travaille à l'Office du Blé, quant à l'unification des différentes manipulations exigées par cette méthode.

Ces organismes stockeurs, conséquemment, pourront, avant de livrer les blés, homogénéisés au préalable dans les cellules par la méthode de Pelschenke, faire déterminer, dans les différents laboratoires existants, l'indice extensimétrique de leurs blés.

Il est irrationnel, en effet, lorsque nous exportons nos excédents de blés, que la qualité de ceux-ci n'en soit pas mesurée. Nous sommes susceptibles d'exporter des blés de bonne qualité et de faire consommer à nos nationaux des farines provenant de blés fourragers.

Il sera facile, lorsque les blés auront été classés en trois catégories différentes à leur entrée aux silos, d'éliminer à l'exportation, ou de dénaturer, les blés très faibles qui pourront être qualifiés de blés fourragers, et de ne nous servir, pour les besoins de notre panification, que des blés qui auront donné une qualité suffisante. Celle-ci pourra être valorisée proportionnellement à sa force.

Le rôle du Comité National de Propagande sera, dans cette

action, surtout indicatif, et les frais occasionnés par la propagande seront surtout des frais de bureau, de circulaires, de documentation, etc..., etc...

Dans toutes les nations où la production dépasse la consommation, il faut normaliser fatalement cette production. Nos connaissances actuelles en donnent la possibilité d'après les moyens indiqués plus haut. Il est certain que le progrès n'arrête pas, que les possibilités de détermination de la force boulangère des blés deviendront précis, mais nous ne pouvons pas attendre après les méthodes futures pour essayer de sauver la culture du blé en France.

Expérimentation agricole

Cependant, il est nécessaire que, dans chacune des régions françaises, l'expérimentation agricole soit poursuivie d'après les données les plus modernes.

Un programme succinct d'amélioration du blé et d'expérimentation agricole, établi par Monsieur Bœuf, a été accepté par le Comité National de Propagande. Il reste à en fixer les détails d'exécution, travail important qui ne peut être entrepris que si la collaboration des Services de Recherches et d'Expérimentation du Ministère de l'Agriculture lui est acquise. Pour cela, il faut que de nombreux champs de comparaison soient établis, qu'un personnel spécialisé soit formé, qu'un matériel important soit mis à la disposition du Comité.

METHODE PELSSENKE

Matériel nécessaire

- Deux moulins à céréales, l'un faisant le concassage du grain et le second amenant les produits à une finesse permettant le passage du tout (y compris les sons) dans un tamis à mailles d'un millimètre.
- Une balance de précision.
- 18 à 20 coupelles en métal pour mettre les produits pesés avant la confection des boules.
- Un mortier en porcelaine.
- Un tube à essais en verre de 2 centimètres de diamètre, recouvert d'un doigt de caoutchouc pour le pétrissage de la boule.
- Une plaque en verre épais de 25×25 environ.
- Une étuve électrique à réglage automatique pouvant fonctionner à 32° avec un maximum d'écart de 1° à $1^{\circ},5$ et portant sur la façade une porte vitrée.
- Une vingtaine de verres à boire ordinaires, de 6 cm. de diamètre sur 7 cm. de haut.
- Une burette de Mohr de 50 centimètres cubes et un verre conique de laboratoire pour son remplissage.
- Quelques thermomètres courts pour s'assurer de la régularité de la température dans l'eau des verres.
- De l'eau distillée pour la confection des boules (les verres sont remplis avec de l'eau ordinaire).
- Un réveil ou une montre porteur d'une aiguille trotteuse à secondes.

TECHNIQUE

On opère sur le *produit total* du grain finement broyé.

A 5 gr. de produit, on ajoute 3 centimètres cubes d'eau distillée contenant en émulsion 0 gr., 25 de levure, puis on fait un pâton en forme de boule. La boule est mise dans un verre cylindrique contenant de l'eau maintenue à 32° ; elle tombe au fond du verre. Par suite de la fermentation, des gaz se forment à l'intérieur de la boule. Au bout de quelques minutes, elle monte à la surface où elle continue à se dilater, puis après un certain temps elle éclate et des fragments plus ou moins gros tombent au fond du verre.

Le temps qui s'est écoulé entre la mise de la boule dans le verre et l'éclatement donne une indication de la valeur boulangère du blé. Pour chaque blé analysé, il est prudent de faire quatre essais.

Détail des différentes opérations.

1° *Broyage du grain.*

Nous opérons le broyage en deux fois : nous passons d'abord 22 gr. environ de grain dans l'un des petits moulins à céréales complètement desserré pour obtenir un grossier concassage ; ce produit est ensuite passé dans le second moulin à céréales suffisamment serré pour obtenir une granulation pouvant passer au travers d'un tamis à mailles d'un millimètre (à part quelques particules de gros sons).

2° *Pesée.*

On pèse quatre fois 5 gr. de produit broyé. On place les échantillons dans de petits récipients en métal. On aura soin avant les pesées de mélanger le plus intimement possible les produits broyés de chaque échantillon.

3° *Préparation de l'émulsion de levure.*

Nous nous procurons de la levure fraîche chez un boulanger.

Nous pesons 12 gr. 50 de levure que nous délayons dans 150 centimètres cubes d'eau distillée, à 18° (opération que nous effec-

tuons dans un verre à expérience conique). Nous remplissons avec le liquide une burette de Mohr de 50 centimètres cubes.

4° *Confection de la boule.*

On verse dans un mortier de porcelaine, 3 centimètres cubes de liquide, on ajoute 5 gr. de blé broyé, on mélange ensuite avec un tube à essais en verre épais recouvert en partie d'un doigt de caoutchouc. Le produit est ensuite malaxé avec les doigts sur une plaque de verre. Lorsque le malaxage est bien fait, on forme la boule en roulant la pâte entre les paumes des deux mains. *La boule terminée ne doit présenter aucune fissure.* Elle est prête alors à mettre dans le verre. *La confection de la boule doit toujours se faire dans le même temps, soit une minute et demie.*

5° *Verres et Etuve.*

Les verres cylindriques sont remplis d'eau ordinaire jusqu'à environ deux centimètres du bord supérieur et mis en rangées dans l'étuve qui les maintiendra à la température de 32°.

6° *Mise des boules dans l'étuve.*

Les boules d'un même échantillon sont placées dans les verres sur une même ligne, en commençant par le verre placé à l'entrée de l'étuve et en allant vers le fond pour les boules suivantes. Au fur et à mesure des éclatements, les verres de la première rangée sont enlevés pour dégager la seconde, puis ceux de la seconde pour dégager la troisième, etc...

NOTE TRES IMPORTANTE

L'attention de l'opérateur se portera particulièrement sur :

- 1° La levure : la renouveler autant que possible chaque jour ou la conserver dans un endroit où la température ne dépasse pas 10° environ.
- 2° La température dans l'eau des verres. Un abaissement de température de 1° prolonge le temps d'éclatement de la boule ; au contraire une augmentation l'abrège.
- 3° Ne pas tenir les verres trop près des bords de l'étuve.

- 4° La finesse des broyages et le mélange plus ou moins bien fait du produit font varier sensiblement les résultats.
- 5° Le temps de confection de la boule est très important également.
- 6° Eviter d'ouvrir l'étuve inutilement et réduire le temps d'ouverture au strict minimum pour la mise en place de chaque boule dans les verres et l'enlèvement des verres des boules éclatées.

Eviter de placer l'étuve face à une fenêtre ou à une porte ouverte amenant de l'air froid dans la pièce du laboratoire.
- 7° Avoir toujours des thermomètres dans l'eau des verres, surtout si l'étuve comporte plusieurs étages.
- 8° Ne pas verser l'émulsion de levure dans la burette de Mohr à l'avance pour éviter qu'il ne se forme un dépôt. Faire cette émulsion au dernier moment.

Si toutes les prescriptions ci-dessus sont bien suivies, les écarts ne devront pas dépasser une minute entre les boules d'un même échantillon pour un blé restant environ 20 minutes à l'étuve, et deux minutes pour un blé restant de 30 à 40 minutes. Le classement sera donc régulier.

Classification des blés de la récolte 1936
d'après le nombre de minutes obtenues

MAUVAIS.....	25 minutes et au-dessous.
PASSABLES.....	25 à 35 minutes.
BONS.....	35 à 45 minutes.
TRES BONS.....	45 minutes et au-dessus.

METHODE DE CHOPIN

Introduction à l'étude de la valeur boulangère des farines

Que doit-on entendre par valeur boulangère d'une farine ? Si l'on reste sur le terrain objectif des faits, la seule définition qui intéresse à la fois meuniers, boulangers et consommateurs est, d'après CHOPIN, la suivante :

Une farine a une bonne valeur boulangère lorsque, dans les conditions usuelles de panification, le pain obtenu donne entière satisfaction aux consommateurs. Pour des raisons économiques qu'il serait vain d'éluder, il faut encore que les transformateurs de blés précités puissent tirer de leur travail une légitime rémunération.

Le consommateur réclame des pains d'un bel aspect, mais instinctivement il estime avant tout une mie légère, aisément assimilable, donc un pain bien développé.

Le boulanger demande des farines qui lui permettront d'obtenir, dans des conditions normales de travail, cette qualité de pain, et sans négliger, ce qui est compréhensible, la notion de rendement.

Le meunier enfin s'estime satisfait s'il peut, par le choix de blés convenables, et une fabrication bien contrôlée, contenter sa clientèle par des fournitures régulières et de bonne qualité. Il a fait le plus souvent, du reste, l'expérience de livraisons mal accueillies ou refusées, et constaté alors la réduction de sa production.

Cependant de nombreux meuniers continuent à négliger cette question d'importance si grande pour leurs intérêts ; ou bien encore ils accueillent sans contrôle des affirmations tendancieuses et des critiques intéressées, et ils la considèrent comme insoluble, oubliant sans doute que des concurrents avisés savent utiliser heureusement les ressources nouvelles de la technique.

Par quels moyens peut-on reconnaître la valeur boulangère d'une farine ? Auparavant rappelons quelques notions indispensables à la compréhension du sujet.

La farine passe au cours de la panification par différents états successifs, et son aptitude à donner un résultat final convenable dépend de nombreux facteurs. Parmi ceux-ci, il en est qui ont une importance capitale, d'autres qui sont pratiquement négligeables, ou qui n'agissent qu'exceptionnellement. Dans le but de les reconnaître, retraçons brièvement le schéma de la panification.

1° *Pétrissage de la pâte.*

Au cours du pétrissage la farine absorbe une quantité d'eau variable suivant ses propriétés plastiques. D'où un premier facteur : l'absorption d'eau de la farine. D'autre part, la diffusion de l'eau au sein de la pâte dépend de la granulation de la farine. On ne jugera donc de l'absorption d'eau d'une farine que sur une pâte ayant acquis une homogénéité suffisante.

2° *Fermentation de la pâte,*

Pendant la fermentation la pâte gonfle et se divise en membranes minces qui limitent les alvéoles. C'est là le phénomène essentiel de la panification. Il met en jeu deux facteurs distincts : L'extensibilité de la pâte sous forme de membranes minces, et sa faculté fermentative dont dépend la vitesse du dégagement gazeux.

3° *Division de la pâte — Tourne.*

Ces opérations manuelles soumettent la pâte à une épreuve mécanique à laquelle elle résiste plus ou moins bien. Il est nécessaire que la pâte possède, outre les qualités d'extensibilité, une ténacité convenable sans laquelle les alvéoles s'affaîsseraient exagérément.

4° *Cuisson.*

La pâte enfournée subit, lorsqu'elle a gardé de bonnes qualités plastiques, un accroissement de volume bientôt limité par la

formation de la croûte. Le volume spécifique du pain obtenu dépend ainsi étroitement de l'état plastique de la pâte avant l'enfournement. Le rendement en pain est naturellement lié à l'absorption d'eau de la farine. Mentionnons seulement la saveur et l'odeur qui ne sont pas mesurables.

5° *Phénomènes secondaires nuisibles.*

La fermentation alcoolique normale peut s'accompagner de phénomènes secondaires nuisibles dus à l'action des diastases protéolytiques. Alors que la fermentation alcoolique respecte le gluten et par conséquent l'ossature de la pâte, ces diastases provoquent une destruction graduelle du réseau glutineux. S'il n'y a pas lieu d'exagérer l'importance de ces phénomènes dont les formes graves restent exceptionnelles, il convient cependant de les dépister le cas échéant.

CONSIDERATIONS PRATIQUES

Pour juger de la qualité d'un acier, d'un matériau de construction, d'un caoutchouc, on ne le soumet plus aujourd'hui à la simple appréciation personnelle de l'utilisateur, mais on procède à une analyse méthodique de ses propriétés physico-chimiques, qui, beaucoup plus sûrement, permet de se rendre compte de son utilisation industrielle. Ces méthodes analytiques qui ont fait leurs preuves dans tant de domaines sont d'autant plus indispensables que la matière est complexe. C'est bien le cas des blés et des farines.

Les qualités plastiques des pâtes reviennent à chaque instant dans l'exposé qui précède. Encore faut-il les distinguer nettement. Pendant le pétrissage, c'est la consistance qui joue le rôle principal et qui détermine l'absorption d'eau de la farine ; pendant la fermentation, c'est l'aptitude de la pâte à se transformer en membranes minces. Il est bien évident que l'essai de pétrissage ne peut faire apparaître cette qualité essentielle. D'où la nécessité de former des éprouvettes soumises à des essais mécaniques. Ces derniers n'auront pas lieu sous la forme d'une traction rectiligne qui n'a rien à voir avec le mode de formation de

l'alvéole, mais ils prendront pour base l'extension en surface de la pâte. On sait que le diagramme extensimétrique fournit non seulement l'extensibilité de la pâte en membrane, mais encore la ténacité de celle-ci.

Enfin, les propriétés plastiques de la pâte peuvent se modifier au cours de la fermentation. Il sera utile de répéter l'essai d'extension sur pâte fermentée, au moins avec certaines farines. On pourra aussi procéder à des pétrissages sur pâtes fermentées qui donnent un moyen simple de se rendre compte de la tenue de la pâte.

En ce qui concerne les facultés fermentatives des farines, il est nécessaire de dissiper un malentendu. S'il est vrai que certains blés exotiques donnent des farines présentant une production gazeuse lente ou insuffisante, ce fait est beaucoup moins fréquent avec nos blés, nos conditions de mouture et de panification. Le manque de « pousse » est dû le plus souvent à de médiocres qualités plastiques de la pâte trop fragile ou perméable, et qui ne retient pas le gaz carbonique formé. En d'autres termes on ne doit pas confondre production et rétention gazeuse. Les meilleurs adjuvants sont d'ailleurs ceux qui modifient favorablement la tenue de la pâte, tout en remédiant, le cas échéant, à une insuffisance du pouvoir diastatique.

Nous allons voir combien l'étude des différents facteurs de la valeur boulangère se trouve facilitée et précisée grâce au nouvel appareil de Chopin.

METHODE DE CHOPIN

La méthode Chopin d'examen des farines a pour objet la détermination des propriétés plastiques des pâtes préparées dans des conditions bien déterminées, et éprouvées de manière à mettre en évidence les facteurs qui jouent un rôle essentiel durant la panification. Employée tout d'abord avec l'Extensimètre, elle a subi de nombreux perfectionnements destinés à en préciser les indications et à en faciliter l'usage.

Elle consiste tout d'abord à former une pâte homogène en

partant de quantités déterminées de farine et d'eau salée. Cette préparation s'effectue dans un Pétrin Enregistreur et Extracteur, dans des conditions définies de température, de vitesse de rotation et de durée. Pendant le pétrissage un dispositif convenable enregistre la courbe de variation de la consistance de la pâte au cours de sa formation, ce qui donne un premier élément de contrôle de la farine.

La pâte est ensuite extraite du pétrin par un mécanisme automatique de manière à permettre la formation d'éprouvettes, sans intervention manuelle. Elle repose alors dans une chambre maintenue à 25°, pendant 20 minutes, temps nécessaire pour parfaire son homogénéité.

L'essai des éprouvettes est effectué à l'aide de l'Alvéographe. Dans cet appareil un courant d'air déterminé agit sur une pastille de pâte de diamètre et d'épaisseur donnés, et la transforme en une bulle dont le volume croît jusqu'à la rupture de la mince membrane qui la limite. En même temps un manomètre enregistre la variation de la pression de l'air au cours de la déformation. C'est ce graphique qui caractérise les propriétés plastiques de la farine étudiée. On y relève principalement les éléments suivants :

1° La Ténacité de la pâte, P en millimètres d'eau, obtenue en mesurant l'ordonnée maximum de la courbe ;

2° l'Indice de Gonflement G (racine carrée du volume d'air qui provoque la rupture de la bulle) ;

3° Le travail de déformation lamellaire W. Ce facteur, évalué en ergs par gramme de pâte, est obtenu en planimétrant la surface du graphique.

Les essais s'effectuent, soit sans levure comme il vient d'être dit, soit sur pâte ensemencée et à un instant quelconque de la fermentation. Dans ce dernier cas, la pâte fermentée est passée à travers l'extracteur automatique qui referme ses alvéoles et lui rend, momentanément, l'homogénéité nécessaire. On peut ainsi suivre l'évolution des qualités plastiques au cours de la fermentation. Il importe de souligner que cette étude suit de très près le processus panaire, la mince membrane obtenue lors de la rupture de la bulle (1/20 à 1/30 de millimètre d'épaisseur pour les bonnes

farines) ne différant en rien de celle qui sépare les alvéoles au sein de la pâte fermentée.

L'examen, par cette méthode, des farines livrées à la boulangerie montre que ces dernières se caractérisent très différemment suivant la nature des blés utilisés et leur mode de mouture. Certains graphiques accusent une ténacité *P* élevée, mais un indice *G* d'élasticité trop faible. Ces farines, quelle que soit leur composition, donnent des pains peu développés et indigestes. D'autres farines donnent lieu à un graphique allongé (*G* élevé), mais de ténacité trop faible pour être d'une panification aisée. Là encore, et à moins d'une grande habileté du boulanger, le pain ne présentera pas le développement et la texture désirables. Une longue expérience a montré que les meilleurs résultats sont obtenus lorsque le meunier livre des farines de qualité régulière, donnant lieu à des alvéogrammes bien proportionnés, et présentant notamment des caractéristiques *W* et *G* appropriées au mode de panification utilisé par sa clientèle.

Cette adaptation des qualités plastiques des farines au travail boulanger est d'autant plus désirable que, sous l'influence de causes diverses, lois sociales notamment, les boulangers utilisent de plus en plus les courtes fermentations sur levure qui nécessitent de pâtes plus régulières et plus fortes qu'autrefois. Elle nécessite l'emploi de semences sélectionnées non seulement au point de vue du rendement en blé mais encore de la force boulangère, ainsi qu'un contrôle par le meunier de ses mélanges de blés et de sa fabrication. Généralisées, ces mesures entraîneraient une amélioration notable dans la qualité du pain.

METHODE BRABENDER

La méthode BRABENDER, basée sur des données totalement différentes de celles de CHOPIN, nous donne la force de farines provenant de blés déterminés et la valeur boulangère des mélanges de farines. Elle comprend au minimum 2 appareils, le Farinographe et le Fermentographe ; on peut la compléter avec l'Extensographe, l'Amylographe et la machine à extraire le gluten.

FARINOGRAPHE

Le farinographe (fig. 5) se compose essentiellement d'un pétrin à deux pales (l'une fait deux tours pendant que l'autre en fait trois). Le pétrin est actionné par un moteur électrique, celui-ci n'est pas fixe, l'inducteur (stator dans les moteurs normaux) est monté sur palière à billes et maintenu par un levier et un contre-poids ; au bout du levier est disposé un amortisseur à huile ; les pétrins et l'amortisseur à huile sont maintenus à 30° par un courant d'eau chaude circulant dans leurs parois qui sont creuses, cette eau est maintenue à cette température par un thermostat et envoyée dans les pétrins et l'amortisseur par une pompe centrifuge.

Si, le moteur étant en marche, nous faisons une pâte dans le pétrin, le moteur aura un effort à faire, et l'inducteur aura tendance à tourner en sens inverse de l'induit (rotor) ; cette action sera limitée par le contre-poids et l'amortisseur, les leviers transmettront ces mouvements à un enregistreur.

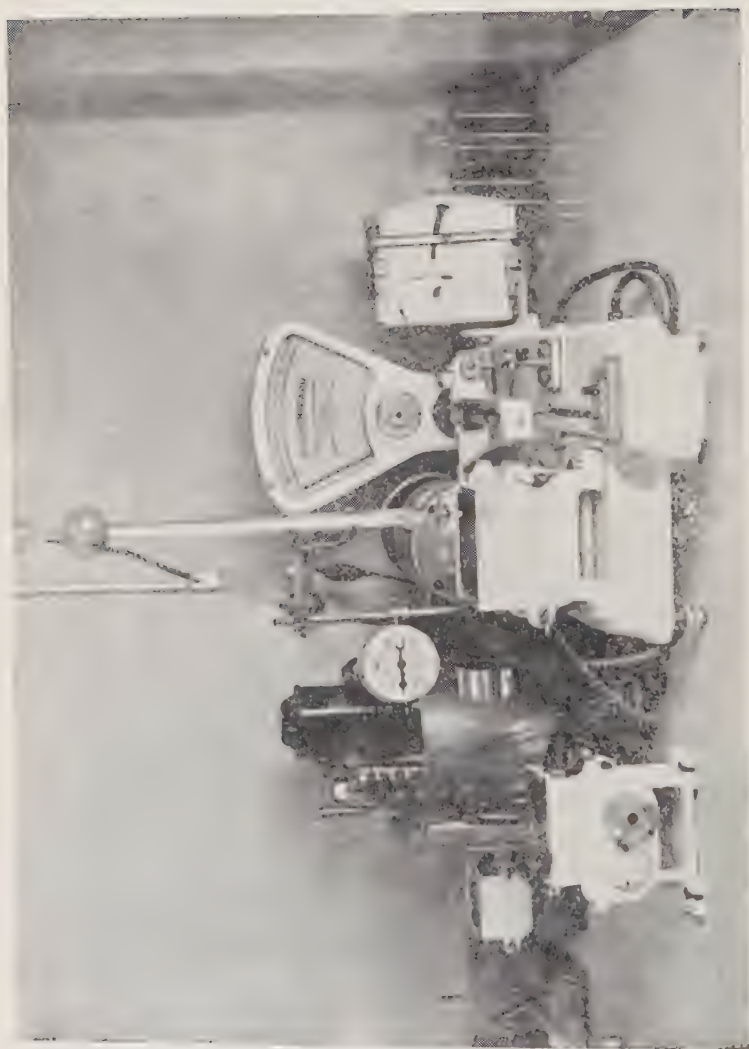


FIG. 5

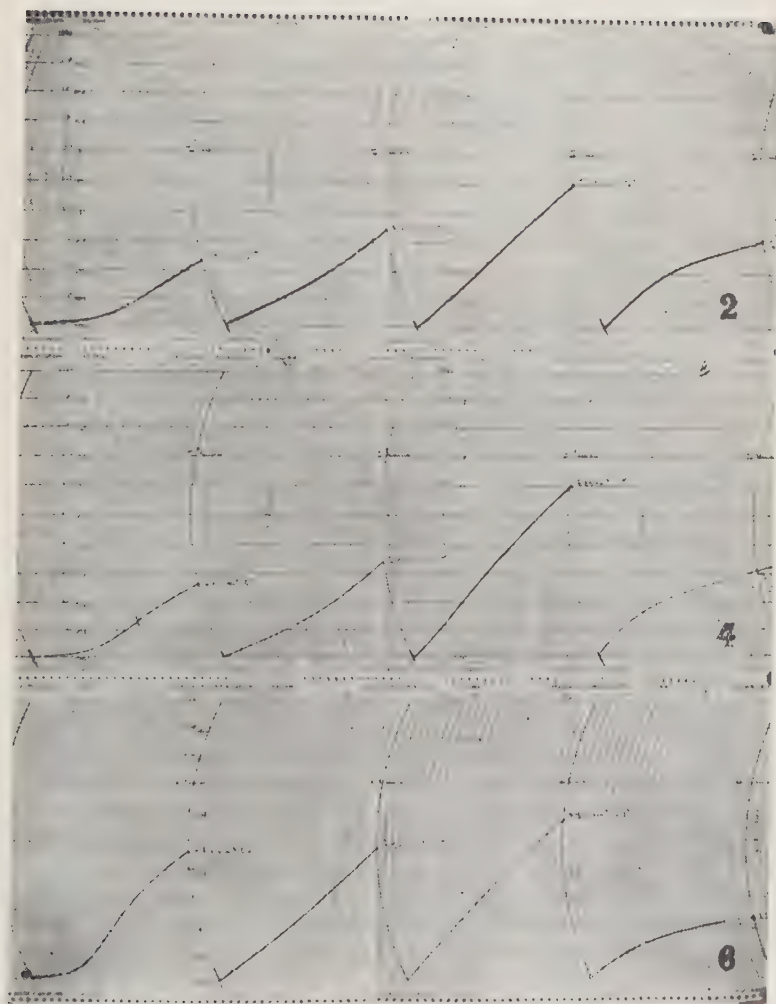


FIG. 6

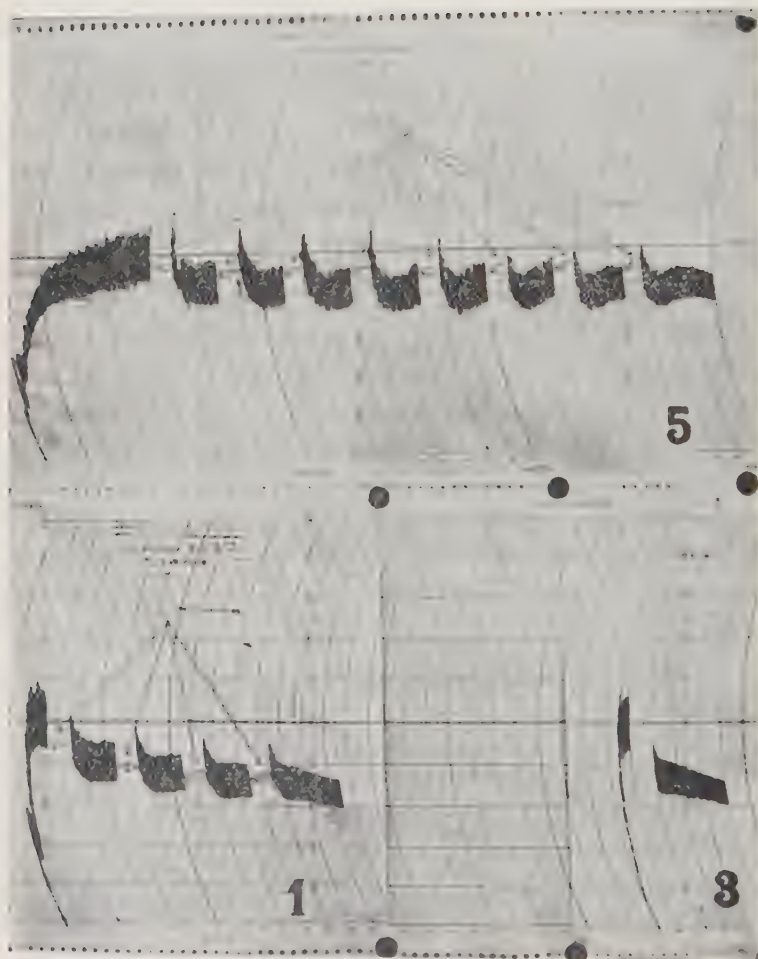


FIG. 7

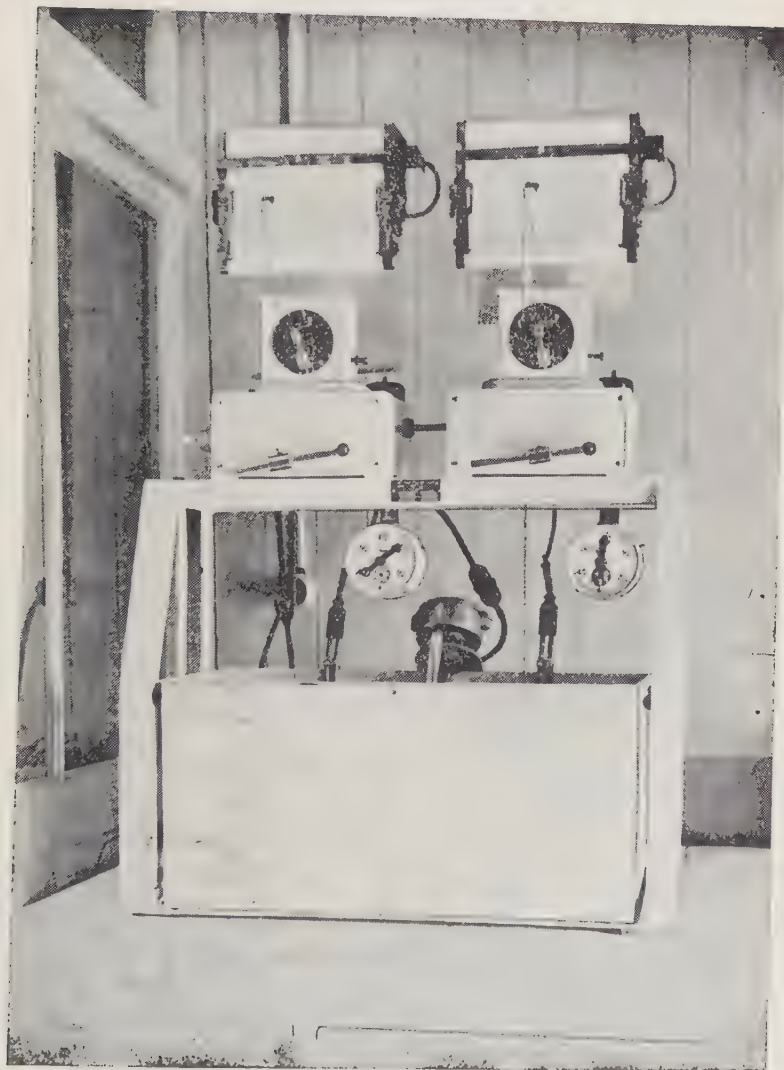


FIG. 8

TECHNIQUE DE LA METHODE

On examine les pâtes après les avoir amenées à la même consistance et on voit les affaiblissements de consistance résultants du pétrissage énergétique.

On met 300 grammes de farine dans le pétrin et on laisse couler l'eau d'une burette jusqu'à ce que la consistance atteigne une valeur donnée indiquée sur le papier de l'enregistreur par une ligne horizontale rouge (consistance conventionnelle 500). On enlève la pâte ainsi obtenue et on lit la quantité d'eau qui a été nécessaire pour amener la pâte à cette consistance. On a ainsi l'absorption d'eau de la farine et par là le rendement en pâte.

On remet alors 300 grammes de la même farine et on fait couler la quantité d'eau ainsi trouvée d'un seul coup ; on laisse tourner alors l'appareil pendant 10 minutes.

Sous l'effet d'un pétrissage énergétique, le gluten s'affaiblit plus ou moins selon sa qualité et sa quantité et la consistance baisse parallèlement : certaines farines de force (Manitoba, Pacifique) gardent la consistance primitive (500) pendant 20 à 25 minutes de pétrissage, des farines faibles au contraire, dès que la pâte est formée, laissant baisser la consistance de quantité qui sont fonction de la force de la farine examinée.

Comment lire une courbe de Farinographe. (fig. 6)

Le développement est le temps que la farine met à absorber l'eau et à former la pâte ; sa durée peut varier de 1 à plus de 15 minutes ; les farines de force ont en général un temps de développement assez long.

La stabilité que l'on ne rencontre que dans les farines d'excellente qualité et de force, indique le temps pendant lequel le gluten a résisté sans faiblir au pétrissage.

L'affaiblissement indique, en degrés représentés sur le papier, la perte de consistance provoquée par le pétrissage.

Cette courbe, dite courbe normale, donne la force de la farine, c'est-à-dire son pouvoir d'augmenter ou de diminuer la valeur d'un mélange où elle entrerait. Il ne faut pas confondre

Force et Valeur boulangère : le Manitoba est un blé très fort, mais de mauvaise valeur boulangère pour la France. Il est possible avec le Farinographe et le Fermentographe d'apprécier la valeur boulangère. On fait alors une courbe de fermentation.

Pour cela on recherche l'absorption de la farine comme indiqué plus haut, puis, on refait une nouvelle pâte avec 5 grammes de sel et 8 grammes de levure. Dès que la consistance 500 est atteinte on arrête l'appareil et on laisse fermenter la pâte pendant une heure, puis on pétrit 2 minutes ; on laisse à nouveau 1 heure au repos et ainsi de suite jusqu'à ce que la courbe inscrite indique que la consistance baisse (fig. 7).

Pendant la fermentation, la consistance va diminuer, ce qui est normal, les enzymes protéolytiques vont attaquer le gluten et le faire mûrir, c'est-à-dire lui donner une souplesse nécessaire à une bonne panification. Si la fermentation se prolongeait trop longtemps, les enzymes détruiraient complètement le gluten : on aurait alors une pâte pourrie.

Après la première heure de fermentation, pendant le pétrissage, la consistance tend à remonter vers 500, après la deuxième heure même phénomène, après la troisième heure la courbe est horizontale, la consistance se maintient ; enfin, après la quatrième heure la consistance diminue.

La pâte sera donc mûre après trois heures de fermentation à 30°. Naturellement dans un fournil à 20° environ, il faudrait augmenter proportionnellement le temps de fermentation.

Nous savons donc maintenant après combien de temps la pâte aura le maximum d'aptitude à une bonne panification, mais il faut encore savoir si nous aurons un dégagement de gaz carbonique suffisant pour gonfler la pâte et si ce dégagement se produit au bon moment. Pour cela, on utilise le fermentographe qui indique le dégagement horaire de gaz (fig. 8).

On fait une pâte avec sel et levure dans le pétrin du Farinographe et on pétrit jusqu'à consistance de base 500. Puis on enferme 400 grammes de cette pâte dans un ballon de caoutchouc que l'on suspend dans de l'eau à 30°, à une balance. Quand les gaz se dégagent ils allègent le ballon dans l'eau et la balance en remontant entraîne une plume qui enregistre sur le panier qui est

déroulé par une pendule, le dégagement par heure de gaz carbonique. Si l'appareil indique un dégagement maximum après trois heures nous avons une farine bien équilibrée ; en effet, le gluten est mûr et nous avons beaucoup de gaz pour le gonfler ; le pain obtenu sera bien levé et de grande digestibilité.

Si après la troisième heure de fermentation, nous avons encore un bon dégagement de gaz, nous aurons un pain bien coloré. En effet, pendant la fermentation, il se produit les transformations suivantes :

amidon $\rightarrow$ sucre $\rightarrow$ alcool $\rightarrow$ gaz carbonique

Si nous avons beaucoup de gaz carbonique, c'est qu'il y a encore beaucoup de sucres et ces sucres vont caraméliser au four donnant une belle couleur au pain.

En résumé. — Avec les méthodes développées plus haut, on peut connaître :

L'absorption d'eau d'une farine et par là son rendement en pâte (farinographe, courbe de titrage).

La force de la farine (farinographe, courbe normale).

La tenue de la pâte pendant la fermentation (farinographe, courbe de fermentation).

L'extensibilité de la pâte (alvéographe).

La ténacité de la pâte (alvéographe).

Le dégagement de gaz carbonique par heure (fermentographe).

Le meunier disposant de ces appareils peut chaque jour contrôler avec grande précision sa fabrication, la maintenir constamment dans tous ses caractères (force, extensibilité, ténacité, tenue sur fermentation, etc...) et livrer ainsi à la boulangerie une farine suivie et de bonne qualité constante.

CONCLUSIONS

1° Parmi les remèdes qu'il convient de proposer pour rendre au pain ses qualités d'autrefois, le contrôle des farines est un de ceux qui peut rendre les plus grands services actuellement.

En effet, ce contrôle non seulement est nécessaire en raison des fraudes qui se produisent encore, mais est possible étant donné qu'il existe maintenant une véritable science, la farinographie, qui permet grâce à des appareils précis et scientifiques, de déterminer les qualités des farines.

Le contrôle du pain est donc aussi nécessaire que le contrôle du lait, de la viande et des œufs.

2° Il s'exerce surtout à l'occasion de la fermentation panaire.

Cette fermentation en raison des lois sociales actuelles se fait le plus souvent par l'utilisation de levures sélectionnées.

C'est au cours de cette fermentation panaire que se produit le dégagement de l'acide carbonique. C'est au réseau du gluten qu'il appartient d'enfermer cet acide carbonique dans ses mailles et de le maintenir dans la pâte pour la faire lever.

Les qualités du gluten jouent donc un rôle considérable dans la fermentation panaire.

3° Actuellement la fermentation panaire doit être rapide, il est donc nécessaire que la fermentation se produise également rapidement ; que le dégagement d'acide carbonique se manifeste dans un temps minime et que la transformation du gluten et notamment sa résistance à la poussée du gaz carbonique soit suffisante. Il faut donc employer des blés qui permettent d'obtenir une farine dont la qualité en gluten soit suffisante pour équilibrer la poussée du gaz carbonique.

4° *Le contrôle de la fermentation panaire* seul peut permettre de reconnaître la force boulangère des blés employés.

a) La méthode PELSHEKÉ, quoique très simple permet de donner des indications précieuses pour classer les blés suivant leur force boulangère.

b) L'extensimètre de CHOPIN permet d'étudier et de mesurer les propriétés physiques et mécaniques de la pâte employée, sa ténacité, son aptitude à se transformer en membranes minces, et son indice de gonflement en même temps que le coefficient W qui donne la valeur du travail de déformation ramenée à 1 gr. de pâte.

c) La méthode BRABENDER nous donne la force de la farine provenant de blés déterminés et la valeur boulangère de mélanges de farine.

En résumé grâce à ces différentes méthodes de contrôle au cours de la fermentation panair, on peut connaître :

- 1°) l'absorption d'eau de la farine et par là son rendement en pâte (farinographe, courbe de titrage) ;
- 2°) la force de la farine (farinographe, courbe normale) ;
- 3°) la tenue de la pâte pendant la fermentation (farinographe, courbe de fermentation) ;
- 4°) l'extensibilité de la pâte (alvéographe) ;
- 5°) la ténacité de la pâte (alvéographe) ;
- 6°) le dégagement du gaz carbonique par heure (fermentographe).

Grâce à ces appareils le contrôle des farines peut donc se faire avec une grande précision. Il conviendrait donc d'établir dans les départements et dans les laboratoires d'Etat qui existent déjà, quelques-uns de ces appareils pour assurer ce contrôle.

VU ET PERMIS D'IMPRIMER :

Le Recteur de l'Académie de Paris,

ROUSSY.

Vu : *le Doyen de la Faculté,*

TIFFENEAU.

Vu : *le Président de thèse,*

TANON.

